



TITLE:

$^3\text{He}/^4\text{He}$ Dilution Refrigerator(希釈冷凍器)の動作特性と $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 単結晶の磁性(北海道大学 理学部 物理学教室,修士論文アブストラクト 1978年度)

AUTHOR(S):

佐藤, 和夫

CITATION:

佐藤, 和夫. $^3\text{He}/^4\text{He}$ Dilution Refrigerator(希釈冷凍器)の動作特性と $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 単結晶の磁性(北海道大学 理学部 物理学教室,修士論文アブストラクト 1978年度). 物性研究 1979, 32(3): 196-198

ISSUE DATE:

1979-06-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89845>

RIGHT:

$^3\text{He}/^4\text{He}$ Dilution Refrigerator (希釈冷凍器) の 動作特性と $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 単結晶の磁性

佐藤 和 夫

§ 1 序論

Watanabe and Haseda は $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ の帯磁率を測定し、約 3 K に broad な山を見出し、それらの形は結晶の軸方向によらないことがわかった。彼らはそのような帯磁率のふるまいは、結晶構造から c 軸方向の linear chain によるものであらうと考えた。ところが Date は室温における E. S. R の測定から c 軸方向の J は小さいことを見出し ($J/k_B = -0.24\text{K}$)、むしろ ab 面内における 2 次元ハイゼンベルグスピン系であるという可能性を提出した。これによって新たに $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ は 1 次元ハイゼンベルグスピン系か 2 次元ハイゼンベルグスピン系かという問題が生じ、いまだに解決していない。

$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ は 0.43 K で short range order から long range order に移行するが、その ordered state における spin structure もわかっていない。これまで Haseda and Miedema と Saito の 2 組によって帯磁率の測定が行なわれたが (Saito は N. M. R の測定も行なっている)、容易軸がお互い 90 度異なっている結果が得られている。また spin flop も含めて phase diagram もわかっていない。

磁気格子系の次元性を実験的に決めるのは、非常に難しい。そこで我々は、 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ の容易軸及び phase diagram を明らかにすることを当面の課題としている。そのために零磁場及び磁場中の帯磁率、比熱の測定を行なう。

0.43 K 以下の実験ということで、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ Dilution Refrigerator をとりあげた。我々はまずそれを動作させることから始め、次にその特性を調べた。種々の改良を加えることによって、安定に動作するようになり、実際に $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ に関する測定が可能となった。

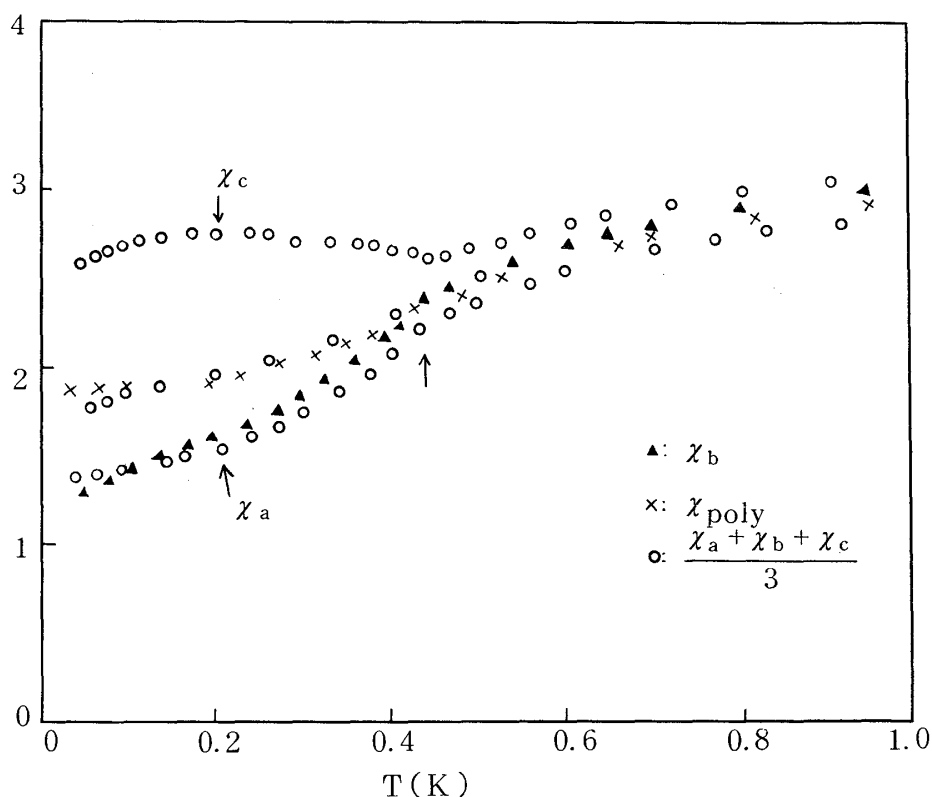
§ 2 $^3\text{He}/^4\text{He}$ Dilution Refrigerator と帯磁率測定装置

これまで Dilution Refrigerator は十分な動作状態になかった。例えば温度が振動するか、cooling power が、約 0.17 K で $5.0\ \mu\text{W}$ と非常に小さかった。また成功したときでも、約 3 時間かかって最低温度 $\sim 0.1\text{K}$ に到達した。その原因は主には、入力インピー

ダンスが非常に大きいからと考えられた。インピーダンスを測定するとき、圧力をかけて行なったため、インピーダンスを小さく見積ったことに原因がある。我々は今回、インピーダンスを $10^{11} \sim 10^{12} (1/\text{cm}^3)$ と小さくするなどの改良を行い Dilution Refrigerator を安定に動作させることに成功した。定常的に 50 ~ 60 mK の低温を約 2 時間の cool down time で得ることができた。また最低温度の記録は 40 mK である。cooling power は、0.15 K で $\sim 50 \mu\text{W}$ と非常に大きくなった。このようにして、初めて、 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の帯磁率等の測定が可能となった。

$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の帯磁率は 1 K 以下で $\sim 10^{-2} (\text{emu}/\text{mole})$ と非常に小さく、このために感度のよいコイルが必要となる。我々はコバルガラス管に 1 次側 15 層、2 次側 14 層のコイルを巻いて用いた。サンプルを約 0.7 g 用いたとき、 χ の最大値で Mutual inductance の変化は $20 \mu\text{H}$ あった。帯磁率の測定法は、Hartshorn Bridge を用いた A. C 法である。磁場中帯磁率の測定には、最大 2500 Oe の磁場を発生できる超伝導コイルを用いた。

サンプルの温度は、Matsushita 100Ω の抵抗温度計を用いて測定した。抵抗測定回路は 3 線式 A. C. Bridge 法である。温度計の較正は $\text{Ce}_2\text{Mg}_3(\text{NO}_3)_{12} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ の帯磁率 $\times 10^{-2}$ $\chi (\text{emu}/\text{mole})$



を測定することによって行なった。

§ 3 結果と考察

零磁場帯磁率は基本的には, Haseda and Miedemaの結果と一致する。我々の測定はさらに低温側に拡張したものである。 χ_c はSaitoの結果と異なり低温側で上昇する傾向はない。またab面内において, a軸から45度の方向の帯磁率も χ_a , χ_b と似た傾向を示す。以上からab面内において容易軸は定まらず, むしろab面が容易面の可能性も考えられる。b軸方向に静磁場をかけて帯磁率の測定を行なったが, 2240 Oeまでは帯磁率 $\chi_b(H)$ は上昇する。1245~1494 Oeの範囲で $\chi_b(H)$ は χ_c に一致することから, この範囲でspin flopすることが期待されたが, 磁場を連続的にsweepしてもゼロ点の変化以上の変化はなかった。また, 帯磁率の変曲点から転移点を決めたが, 低磁場側で転移点が増加する傾向が見られた。帯磁率の測定からは, 精度よく転移点が決まらないので, これについては, 比熱測定で行なうことが今後の課題である。

References

- 1) T. Watanabe and T. Haseda: J. Chem. Phys. **29** ('58) 1429
- 2) T. Haseda and A. R. Miedema: Physica **27** ('61) 1102
- 3) S. Saito: J. Phys. Soc. Japan **26** ('61) 1388
- 4) M. Date et al.: J. Phys. Soc. Japan **39** ('75) 257
- 5) R. B. Griffiths: Phys. Rev. **135** ('64) A659
- 6) J. C. Wheatly et al.: Physics **4** ('68) 1

光散乱による KD_2PO_4 相転移の研究

澤 藤 宗 彦

<要旨>

近年, 構造相転移点近傍のソフトモードの研究に於いて, セントラルピークの存在が種々の物質で観測されている。また, 観測されるセントラルピークも, 物質によって様々な形態を示している事がしだいに明らかにされつつある。